

Состав угля

Элемент	Масса, %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,48
C	66,78
Cl	0,02
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,09
H	4,34
H <sub>2</sub> O	0,93
N	1,61
O	6,75
S	0,965
SiO <sub>2</sub>	10
SO <sub>3</sub>	0

В дальнейшем в работе планируется моделирование остальных частей схемы ПГУ-ВЦГ Buggenum с последующей верификацией схемы и сравнения расчетных параметров с параметрами, получившимися в результате моделирования. Также планируется добавить в исходную схему узел удаления CO<sub>2</sub> и произвести расчеты необходимых основных параметров схемы.

#### Список использованных источников

1. Developments in the pre-combustion CO<sub>2</sub> capture pilot plant at the Buggenum IGCC / Kay Damen, Radoslaw Gnutek et al. // Energy Procedia. 2011. № 4. P. 1214–1221.
2. Thermodynamic evaluation and experimental validation of 253 MW Integrated Coal Gasification Combined Cycle power plant in Buggenum, Netherlands / E. J. O. Promes, T. Woudstra et al. // Applied Energy. 2015. № 155. P. 181–194.

УДК 546.03

### СИНТЕЗ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ НА ОСНОВЕ НИКЕЛАТА ЛАНТАНА La<sub>2-x</sub>R<sub>x</sub>NiO<sub>4±δ</sub>, ГДЕ R=Y, Gd

### SYNTHESIS OF SOLID SOLUTIONS BASED ON LANTANUM NICKELATE La<sub>2-x</sub>R<sub>x</sub>NiO<sub>4±δ</sub>, WHERE R=Y, Gd

Цвинкинберг<sup>1</sup> В. А., Хавлюк П. Д.<sup>1</sup>, Толкачева<sup>1,2</sup> А. С.,  
Кузьмин<sup>1,2</sup> А. В., Воротников<sup>1</sup> В. А.

<sup>1</sup>Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, <sup>2</sup>Институт  
высокотемпературной электрохимии УрО РАН  
a.s.tolkacheva@urfu.ru

Tsvinkinberg<sup>1</sup> V. A., Khavlyuk<sup>1</sup> P. D., Tolkacheva<sup>1,2</sup> A. S.,  
Kuz'min<sup>1,2</sup> A. V., Vorotnikov<sup>1</sup> V. A.

<sup>1</sup>Ural Federal University, Ekaterinburg

<sup>1</sup>Institute of High-Temperature Electrochemistry, UB RAS, Ekaterinburg

**Аннотация:** Синтезированы твердые растворы никелатов лантана  $\text{La}_{2-x}\text{Y}_x\text{NiO}_{4\pm\delta}$   $x = 0,2$  и состава  $\text{La}_{2-x}\text{Gd}_x\text{NiO}_{4\pm\delta}$  до  $x = 0,6$  и определены их средние термические коэффициенты линейного расширения в сухом и влажном воздухе в диапазоне температур 100–900 °С.

**Abstract:** Solid solutions lanthanum nickelate  $\text{La}_{2-x}\text{Y}_x\text{NiO}_{4\pm\delta}$   $x = 0,2$  and  $\text{La}_{2-x}\text{Gd}_x\text{NiO}_{4\pm\delta}$  up to  $x = 0,6$  are synthesized. Their coefficients of thermal expansion are estimated in wet and dry air in temperature range 100–900 °С.

**Ключевые слова:**  $\text{La}_2\text{NiO}_{4\pm\delta}$ , твердые растворы, ТКЛР.

**Key words:**  $\text{La}_2\text{NiO}_{4\pm\delta}$ , solid solutions, CTE.

Никелаты редкоземельных металлов – полифункциональные материалы, смешанная ионно-электронная проводимость которых дает им возможность для применения в широких интервалах температур. Например, при высоких температурах их применяют как катодный материал в твердооксидных топливных элементах, а при средних температурах используют как кислород-ионные мембраны. Никелаты лантана с частичным замещением La редкоземельными элементами привлекает внимание исследователей в качестве катодного материала в среднетемпературных топливных элементах, благодаря достаточно высокой смешанной ионно-электронной

проводимости [1]. Необходимость введения добавок обусловлена различием в термических коэффициентах линейного расширения (ТКЛР) электролита и катодного материала. В данном исследовании было определено влияние замещения лантана иттрием и гадолинием на ТКЛР никелата лантана.

Образцы синтезировали методом пиролиза формиатов лантана, иттрия, гадолиния с последующей термообработкой при температуре 1250–1470 °С. Аттестацию проводили с использованием дифрактометра Rigaku DMAX-2200/РС в Cu K $\alpha$ -излучении в диапазоне углов 10° < 2 $\theta$  < 90°. Дилатометрические исследования проводили на керамических образцах, имеющих форму параллелепипеда, длиной 12 мм в интервале температур 30–900 °С при нагреве/охлаждении с постоянной скоростью 2 °С/мин в контролируемой атмосфере осушенного цеолитами воздуха (pH<sub>2</sub>O = 0,04 кПа) и влажного воздуха (pH<sub>2</sub>O=3,35 кПа). Образцы исследовали в кварцевой ячейке с применением измерителя механического смещения «Tesatronic TT-80» с измерительным щупом TESA GT 21НР.

Однофазные образцы были получены для состава La<sub>2-x</sub>Y<sub>x</sub>NiO<sub>4 $\pm$  $\delta$</sub>  x = 0,2 и состава La<sub>2-x</sub>Gd<sub>x</sub>NiO<sub>4 $\pm$  $\delta$</sub>  до x = 0,6 (рис. 1).

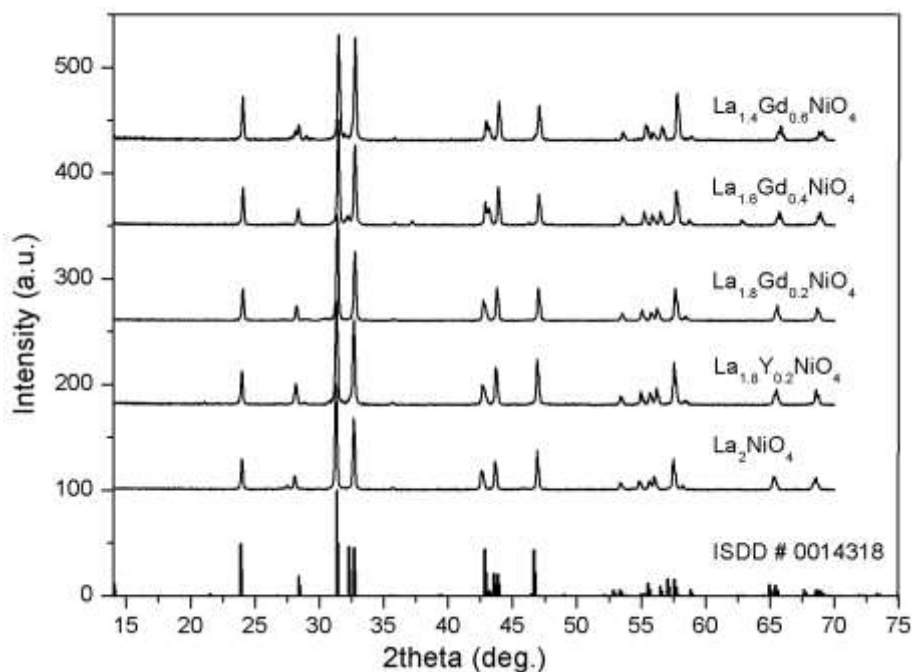


Рис. 1. Рентгенограммы составов допированного никелата лантана

Из полученных дилатометрических кривых рассчитаны средние ТКЛР (рис. 2).

Наблюдается тенденция к снижению ТКЛР допированных составов, что согласуется с общими кристаллографическими и физико-химическими представлениями. Значения для состава  $\text{La}_{1,8}\text{Gd}_{0,2}\text{NiO}_{4\pm\delta}$  выбиваются из зависимости из-за более высокой пористости образца по сравнению с остальными.

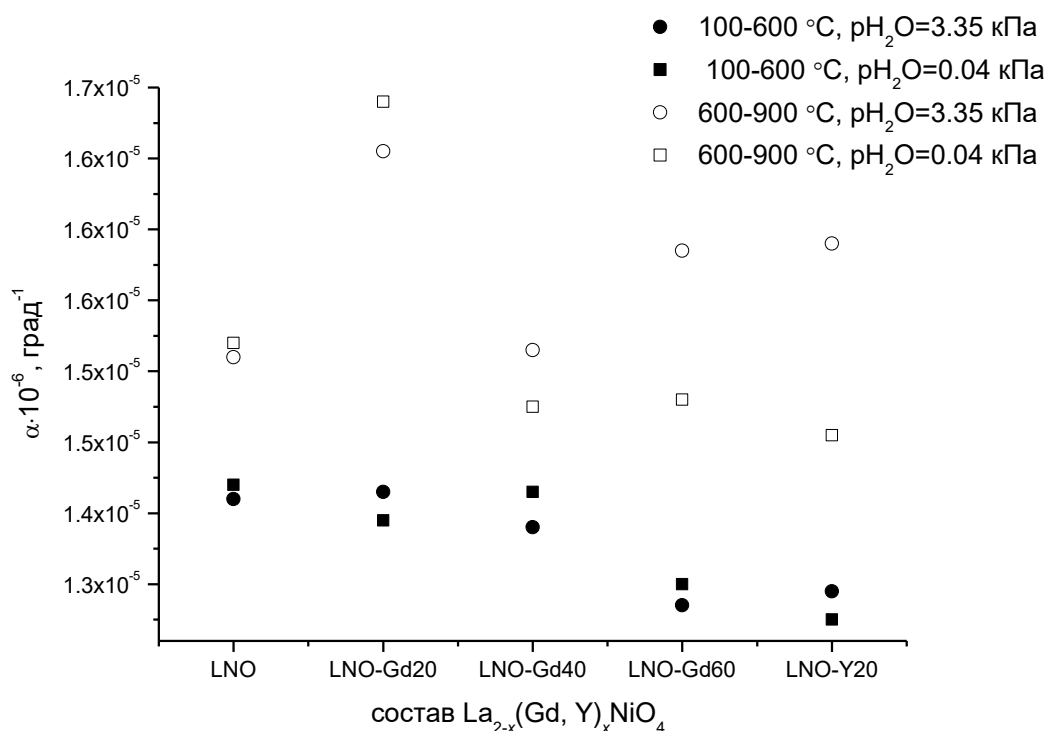


Рис. 2. ТКЛР составов  $\text{La}_{1,8}\text{Y}_2\text{NiO}_{4\pm\delta}$  (LNO-Y20) и  $\text{La}_{2-x}\text{Gd}_x\text{NiO}_{4\pm\delta}$  до  $x = 0,6$  в сравнении с недопированным составом (LNO)

*Работа проведена при использовании оборудования центра коллективного пользования «Состав вещества» при Институте высокотемпературной электрохимии УрО РАН.*

#### Список использованных источников

1. Adler, S. B. Factors governing oxygen reduction in solid oxide fuel cell cathodes // Chemical Reviews. 2004. V. 104. P. 14791–4843.